

PUB-NO: DE019514333C1

DOCUMENT-IDENTIFIER: DE 19514333 C1

TITLE: Fertilising mining spoil tips for
re-cultivation and reducing erosion, seepage water and
leaching of heavy metals

PUBN-DATE: October 31, 1996

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
DREBENSTEDT, CARSTEN DR ING	DE
KATZUR, JOACHIM PROF DR	DE
RAUHUT, HORST DIPL ING	DE

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
LAUSITZER BRAUNKOHLE AG	DE
FORSCH BERGBAUFOLGELANDSCHAFT	DE

APPL-NO: DE19514333

APPL-DATE: April 18, 1995

PRIORITY-DATA: DE19514333A (April 18, 1995)

INT-CL (IPC): E21C041/32, A01B079/02 , C09K017/00 ,
B09B003/00

ABSTRACT:

Improving mining tip sites and their contents comprises:
(1) the
introduction of substrate binders for bases, and sorption
agents, eg. brown
coal filter ash or coal dust, to a depth of 100-150 cm and
at the same time
loosening, homogenising and improving the structure; and

(2) adding nutrients
and humus carriers, eg. sewage sludge and compost, after a
period of time, at
a max. depth of 30 cm.



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

⑫ **Patentschrift**
⑩ **DE 195 14 333 C 1**

⑤ Int. Cl.⁸:
E 21 C 41/32
A 01 B 79/02
C 09 K 17/00
B 09 B 3/00
// C 05 F 7/00, 9/04

⑳ Aktenzeichen: 195 14 333.7-24
㉑ Anmeldetag: 18. 4. 95
㉒ Offenlegungstag: —
㉓ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 31. 10. 96

DE 195 14 333 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ **Patentinhaber:**

Lausitzer Braunkohle Aktiengesellschaft (LAUBAG),
01968 Senftenberg, DE; Forschungsinstitut für
Bergbaufolgelandschaften (FIB) e.V., 03238
Finsterwalde, DE

⑦② **Erfinder:**

Drebenstedt, Carsten, Dr.-Ing., 02943 Weißwasser,
DE; Katur, Joachim, Prof. Dr. sc., 15907 Lübben, DE;
Rauhut, Horst, Dipl.-Ing., 02977 Hoyerswerda, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:
DE-Z: »Braunkohle« 5/1994, S. 21-23;

⑤④ **Verfahren zur Verbesserung von Kippsubstraten und Kippenrohböden**

⑤⑦ Bisher sind zahlreiche Verfahren zur Verbesserung der
Substratverhältnisse bekannt, die sowohl den Einsatz von
Mineraldüngern als auch die Humusanreicherung zum Inhalt
haben und oberflächennah bzw. bis in Tiefen von ca. 1 m
eingebracht werden.

Das neue Verfahren soll die Nährstoffversorgung der Pfla-
nzen sicherstellen und gleichzeitig die Humusakkumulation
sowie die Entwicklung des Bodenlebens beschleunigen, die
Erosionsneigung der Substrate vermindern und die Stoffver-
frachtung in das Grundwasser reduzieren. Dazu werden
zuerst Basen- und Sorptionsträger, beispielsweise Braun-
kohlefilterasche und Kohletrübe, in eine Tiefe von 100 bis 150
cm bei gleichzeitiger Auflockerung, Homogenisierung und
Strukturverbesserung eingebracht und zeitversetzt danach
Nährstoff- und Humusträger, beispielsweise Klärschlamm
und Kompost, oberflächennah bis in eine Tiefe von maximal
30 cm eingebracht.

DE 195 14 333 C 1

Beschreibung

Kippsubstrate, wie sie z. B. infolge der Verkipfung von Abraum in Tagebauen entstehen, weisen eine Reihe von ungünstigen bodenphysikalischen, bodenchemischen und bodenbiologischen Eigenschaften auf, die sie von leistungsfähigen Böden unterscheiden. Diese Mängel können auch für degradierte Böden charakteristisch sein.

Um solche Substrate bzw. Böden überhaupt in Kultur nehmen zu können, müssen zunächst insbesondere die teilweise extrem saure Bodenreaktion und der akute Nährstoffmangel behoben werden. Darüber hinaus sind Kippsubstrate nach der Schüttung durch fehlende Bodenstruktur, unzureichendes Nährstoff- und Wasserspeicher- bzw. -transformationsvermögen, fehlenden Humus und fehlendes Bodenleben sowie eine vergleichsweise starke vertikale und horizontale Heterogenität gekennzeichnet. Deshalb ist die Melioration solcher Substrate eine Grundvoraussetzung für deren Rekultivierung und für die dauerhafte Wiederherstellung bzw. Verbesserung ihrer Produktions-, Lebensraum- und Speicherfunktion.

Es sind zahlreiche Verfahren zur Verbesserung der Substratverhältnisse bekannt, bei denen bereits Abfälle bzw. bergbauliche Rückstände verwendet werden, insbesondere Braunkohlenasche als Basenträger und industrielle Abwässer bzw. Bioschlämme als stickstoffhaltige Dünger.

Bei dem "Schwarzkollmer Verfahren" werden auf der zu meliorierenden Fläche 5 cm Braunkohlenfilterasche aufgetragen und anschließend eingebräut. Danach erfolgt die mineralische Düngung in zwei Gaben. Es folgen ein erneutes Fräsen, die Lockerung des Untergrundes bis 50 cm Tiefe oder der Umbruch der meliorierten Schicht mit dem Ziel, eine möglichst gleichmäßige Verteilung im Bearbeitungshorizont zu erreichen.

Nach dem "Kombinierten Domsdorfer Verfahren" wird Braunkohlenfilterasche, der auch noch Kalk zugesetzt werden kann, mit Planiertrauben verteilt. Die Meliorationsmittel werden eingebräut. Danach wird mineralisch gedüngt. Es folgen ein 50 cm tiefes Pflügen mit anschließendem Grubbern und Eggen quer zur Pflugrichtung und weitere Düngergaben.

Beim "Koyne Verfahren" wird Asche wie beim Domsdorfer Verfahren aufgebracht, aber nur 20 cm tief eingearbeitet. Anschließend wird ammoniakhaltiges Industrieabwasser verregnet oder Bioschlamm eingesetzt. Fehlende Nährstoffe werden durch mineralischen Dünger ergänzt.

Die gesamte Asche-, Schlacke- oder Kalkmenge wird im "Kleinleipischer Verfahren" aufgebracht und der erforderliche Phosphor- sowie Kaliumdünger gestreut. Die Bodenbindung wird durch kreuzweises Einarbeiten mit schwerer Scheibenegge erreicht. Mit einem Tiefkulturpflug werden die durch einen Erdwolf zugemischten Gemenge bis 100 cm tief eingepflügt. Der Durchmischungseffekt wird durch tiefes Grubbern quer zur Pflugrichtung erhöht. Danach wird der Stickstoffdünger mit schwerer Egge eingearbeitet.

Außer im "Koyne Verfahren" werden die Nährstoffe als Mineraldünger zugeführt. Die erreichten Einarbeitungstiefen und der Durchmischungsgrad der genannten Verfahren sind aus heutiger Sicht unzureichend. Humusbildung und Aktivierung des Bodenlebens finden in diesen Verfahren noch keine Berücksichtigung.

Es ist auch bekannt, wie in der DE-Zeitschrift "Braunkohle" 5/94, Seiten 21—23, beschrieben, Tiefenmeliora-

tionen mittels Schaufelradbagger durchzuführen, wobei auch hier die Basenträger und Dünger auf die Flächen aufgebracht und eingearbeitet werden.

Das Verfahren nach DE 42 40 580 A1 betrifft die Erzeugung einer Humusschicht auf Kippen und anderen erosionsgefährdeten und vegetationsfeindlichen Böden für eine nachfolgende landwirtschaftliche Nutzung. Dazu wird nach der Grundmelioration Kompost, der auf Landschaftspflegeflächen gewonnen wird, oberflächennah in 5—10 cm Tiefe auf der Kippenfläche eingearbeitet und eine Aussaat humusmehrender Pflanzen vorgenommen. Nach einer Zwischendüngung werden die Pflanzen max. 15 cm tief in das Kippsubstrat eingearbeitet. Nach einer erneuten Kompostapplikation in 5—10 cm Tiefe erfolgt die Aussaat landwirtschaftlicher Nutzpflanzen. Dieses Verfahren dient ausschließlich der Humusanreicherung mit Zufuhr von Nährstoffen, sorptionsreichen Böden und Regenwürmern in geringer Tiefe.

In dem Verfahren nach DE 42 42 248 A1 werden die im Boden festgestellten schädlichen Stoffe neutralisiert, pflanzenverfügbare Nährstoffe, belebte organische Substanzen, Sorptionsträger hinzugefügt und die Inhomogenität und Dichtelagerung beseitigt. Nachteile dieses Verfahrens sind, daß die Bodenwertstoffe vor dem Ausbringen mit hohem Auswand miteinander vermischt werden und daß das gesamte Gemisch in einer Gabe bis in 1 m Tiefe eingearbeitet wird, so daß die Gefahr des Eintrages von Nährstoffen, insbesondere Stickstoff und Orthophosphat aus den tieferen Schichten des Meliorationshorizontes in das Grundwasser deutlich erhöht wird.

Es sind weitere Verfahren bekannt, nach denen unter Einsatz von Abfällen und Reststoffen kulturfähige Substrate hergestellt werden.

Nach DE 43 27 831 C1 wird der Rekultivierungsstoff aus kommunalen Klärschlämmen und/oder Klärschlammkomposten mit Braunkohlenasche, unter Zugabe von organischen Strukturstoffen (naturbelassene Holzabfälle) und wasserbindenden Stoffen, als Gemisch hergestellt. Mit diesem Stoff soll die zu rekultivierende Oberfläche abgedeckt werden. Eine Verbesserung der Substrateigenschaften des Untergrundes wird dabei nicht erreicht. Da Überdeckungshöhen von ca. 1 m erforderlich wären, ist das Verfahren für große Flächen nicht geeignet.

Auch das Anspritzen von Wachstumsschichten in Form von Emulsionen, wie in DD 2 87 864 A5 dargestellt, führt zu keiner eigentlichen Substratverbesserung im Untergrund.

Aufgabe der im Anspruch angegebenen Erfindung ist es, die Bodenreaktion nachhaltig gemäß Nutzungsziel zu verbessern, die Nährstoffversorgung der Pflanzen sicherzustellen und gleichzeitig die Humusakkumulation sowie die Entwicklung des Bodenlebens zu beschleunigen, die Erosionsneigung der Substrate zu vermindern und die Stoffverfrachtung in das Grundwasser zu reduzieren.

Das zu verbessernde Substrat wird als erstes umfassend auf seinen physikalischen, chemischen und biologischen Zustand untersucht, so daß die bodenfruchtbarkeitsbegrenzenden Eigenschaften erkannt werden können. Entsprechend dem potentiellen Leistungsvermögen des Substrates werden die mögliche Zienutzung und die dazu erforderlichen bodensubstratverbessernden Maßnahmen abgeleitet.

Zur Einstellung einer für das Nutzungsziel erforderlichen Bodenreaktion wird der Kalkbedarf entweder bei

nach den in der landwirtschaftlichen Praxis üblichen Methoden oder bei den schwefelhaltigen Kippsubstraten nach der Säure-Basen-Bilanz bestimmt. Die zur nachhaltigen Basenversorgung des Substrates notwendige Menge an Basenträgern wird auf der Kippenfläche unter Beachtung lokaler Substratunterschiede ausgebracht und bei schwefelhaltigen, tertiären Substraten bis mindestens 100 cm tief mit dem Substrat vermengt. Als Basenträger wird vorzugsweise Braunkohlenfilterasche eingesetzt, die neben Kalziumoxyd auch Magnesiumoxyd, Kaliumoxyd und die für die Pflanzenernährung wichtigen Spurenelemente enthält und durch den Gehalt an Kohlenstoff und Schluffanteilen sowohl die Sorption als auch das Wasserspeicher- und Nährstoffhaltevermögen der Substrate verbessert. Auch werden günstigere Bodengefügeverhältnisse und durch das innige Vermischen der Kippsubstrate untereinander bzw. mit den Braunkohlenfilteraschen in der bearbeiteten Bodenschicht Homogenisierungseffekte erreicht.

Eine Kombination der Asche mit Naturkalk kann sich ertragssteigernd auswirken. Da Braunkohlenfilterasche die in den sauren Kippsubstraten gelösten Schwermetalle immobilisieren, wird der Eintrag dieser Stoffe in das Grundwasser verringert. Durch die gleichzeitige Gabe und Einarbeitung von kohlenstoffhaltigen Produkten, z. B. Kohletrübe, mit der Asche kann das Sorptionsvermögen noch gesteigert werden. Dieser Sachverhalt wird beim Ausbringen der Nährstoffträger ausgenutzt, die oberflächennah bis max. 30 cm tief eingearbeitet werden. Als Nährstoffträger kommen vorzugsweise schadstoffarme Klärschlämme und/oder Komposte zum Einsatz, deren Gehalte an unerwünschten Elementen und Verbindungen deutlich unter den geforderten Normen liegen. Diese Anforderungen gelten auch für die Auswahl der Braunkohlenfilteraschen. Mit dem Einsatz organischer Nährstoffträger werden gleichzeitig Humus und Bodenleben in das sterile Substrat appliziert. Die Aufwandsmengen an Nährstoffträgern werden durch den Nährstoffbedarf, insbesondere an den Makronährstoffen Stickstoff und Phosphor, gemäß Nutzungsziel begrenzt. Ungleichgewichte im Verhältnis der Nährstoffe können durch Beimengung mineralischer Dünger ausgeglichen werden.

Die Anwendung der Erfindung wird an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert:

Auf einem extrem sauren, schwefel- und kohlehaltigen Lehmsand, der für landwirtschaftliche Zwecke rekultiviert werden soll, sind entsprechend seiner Fruchtbarkeitsbegrenzenden Bodeneigenschaften beispielsweise

- pH_{KCl}: 2,4
- Kalkbedarf nach Säure-Basen-Bilanz: 1400 dt Ca/ha für Ziel-pH-Wert 6,5 und 100 cm mächtige Bodenschicht
- C/N-Verhältnis: > 50 ... 90
- Bodenvorrat an pflanzenverfügbaren Nährstoffen

0,0 mg P/100 g Boden
1,2 mg K/100 g Boden
2,1 mg Mg/100 g Boden

folgende Bodenverbesserungsmittel auszubringen und unterschiedlich tief in das Kippsubstrat einzuarbeiten: 1400 t/ha Filterasche (10% bodenwirksamer Basengehalt) zur Neutralisation der freien und potentiell freierwerdenden Säure sowie zur Verbesserung der K- und Mg-Bodenvorräte. Die Filterasche ist bis in 100 cm Tiefe innig mit dem Boden zu vermischen.

Dazu kommen als organische Bodenverbesserungsmittel:

10 t/ha Klärschlamm als Nährstoffträger
oder

25 t/ha Klärschlammkompost (25 Masse-% Klärschlamm, 75% Grüngutabfälle) zur Verbesserung der Nährstoff- und Humusverhältnisse sowie Bodenbiologie oder

25 t/ha Klärschlamm als Nährstoffträger und 50 t/ha Kohletrübe zur Verringerung der Bioverfügbarkeit von Stickstoff aus dem Klärschlamm und insgesamt zur Verbesserung der Nährstoff-, Humus- und Gefügeverhältnisse.

Die organischen Bodenverbesserungsmittel werden gleichmäßig ausgebracht und oberflächennah, maximal 30 cm tief, in den Boden eingearbeitet. In Abhängigkeit von der Bioverfügbarkeit der Nährstoffe in den organischen Bodenzuschlagstoffen und deren Gebenhöhe ist eine NPK-Ergänzungsdüngung vorzusehen.

Die Anwendung dieses zweistufigen Verfahrens ist, da sowohl die bodenverbessernden Stoffe als auch die geeignete Technik zur Verfügung stehen, jederzeit nach dem Braunkohlenabbau möglich. Zu den potentiellen Anwendungsbereichen des Verfahrens zählen alle Flächen, deren oberste Substrat- oder Bodenschicht physikalisch, chemisch und/oder biologisch zu verbessern ist. Dabei wird von bekannten positiven Wirkungen solcher Stoffe, wie z. B. Braunkohlenfilterasche, Kohletrübe, Klärschlamm und Kompost ausgegangen, die einzeln oder in Kombination mit weiteren Stoffen eine Verbesserung der Eigenschaften von Substraten und Böden bewirken. Durch die Verwendung der genannten Stoffe in unterschiedlichen Tiefen können wirtschaftlich und ökologisch weniger vorteilhafte Stoffe, wie Mineraldüngemittel, substituiert werden.

Mit der Bodenverbesserung wird die Erosionsneigung der Substrate vermindert und die Stofffrachten in das Grundwasser werden reduziert. Letzteres gilt insbesondere für tertiäre schwefelhaltige Substrate mit extrem saurer Bodenreaktion, die eine hohe Löslichkeit und Mobilität von Schwermetallen bewirken. Durch die tiefe Einarbeitung der Basen- und Sorptionsträger entsteht ein Pufferraum, der die Sickerwasserbildung und die Stofffracht der Sickerwasser u. a. der oberflächennah eingearbeiteten Nährstoffe in tiefere Schichten reduziert.

Patentanspruch

Verfahren zur Verbesserung von Kippsubstraten und Kippenrohbböden im Bergbau

— bei welchem zuerst Basen- und Sorptions-träger, beispielsweise Braunkohlenfilterasche und Kohletrübe, in eine Tiefe von 100 bis 150 cm bei gleichzeitiger Auflockerung, Homogenisierung und Strukturverbesserung eingebracht werden und

— bei welchem zeitversetzt danach Nährstoff- und Humusträger, beispielsweise Klärschlamm und Kompost, oberflächennah bis in eine Tiefe von maximal 30 cm eingebracht werden.

- Leerseite -